

Instituto Nacional
de Tecnología Industrial

Centro de Desarrollo e Investigación
en Física y Metrología

Procedimiento específico: PEA09

CALIBRACIÓN DE MICRÓFONOS PATRONES, SEGÚN NORMA IEC 61094-2

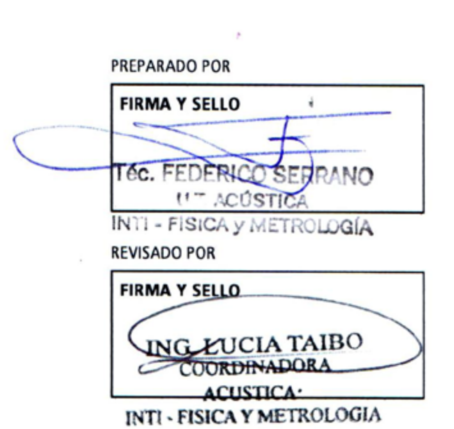
Revisión: Junio 2014

PEA09 Lista de enmiendas: Junio 2014

ENMIENDA		DESCARTAR			INSERTAR			RECIBIDO
Nº	FECHA	CAPÍTULO	PÁGINA	PÁRRAFO	CAPÍTULO	PÁGINA	PÁRRAFO	FIRMA

PEA09 Índice: Junio 2014

PREPARADO POR



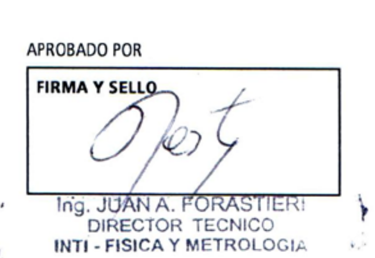
REVISADO POR



REVISADO POR



APROBADO POR



PEA09: Junio 2014

1. Objeto

Establecer los métodos de calibración para los micrófonos patrones comprendidos en el título.

2. Alcance

Todos los micrófonos patrones, que cumplen con los requerimientos de la norma IEC 61094-1/92 para micrófonos tipo LS1P, que deban ser calibrados según la norma IEC 61094-2/93.

3. Definiciones y abreviaturas

Se encuentran en las normas de referencia.

4. Referencias

- Norma IEC 61094-1/92, micrófonos de medición, parte 1: especificaciones para micrófonos patrones de laboratorio.
- Norma IEC 61094-2/93, micrófonos de medición, parte 2: método primario para la calibración de micrófonos patrones de laboratorio por la técnica de reciprocidad.
- Brüel & Kjaer: manual de instrucciones del equipo de calibración por reciprocidad modelo 4143.
- PTB Bericht Ak26, Marzo 1984.

5. Responsabilidades

5.1. Del Coordinador de la Unidad Técnica Acústica

Supervisar la realización de las calibraciones. Verificar que se cumplan los procedimientos y revisar los resultados.

5.2. Del personal del laboratorio

Realizar las calibraciones aplicando el presente procedimiento. Procesar los datos correspondientes y emitir el certificado.

6. Instrucciones

Las instrucciones de trabajo se efectúan de acuerdo a la norma IEC 61094-2/93 y al manual de instrucciones del equipo de calibración por reciprocidad tipo modelo 4143.

6.3. Instrucciones de trabajo y sistema de medición

El procedimiento aplicado se describe a continuación:

A.- Montaje de los micrófonos y del acoplador en el zócalo de entrada del B&K 4143

1. Anotar el tipo y número de serie de cada micrófono en el orden interviniente. Como por ejemplo:

- micrófono 1: 4160, 873961.
- micrófono 2: 4160, 873980.
- micrófono 3: 4169, 873981.

2. Remover la grilla de protección de cada micrófono.

3. Tirar el zócalo trasmisor de micrófono completamente hacia afuera hasta que se trabe. Montar el micrófono 1 en el zócalo.

4. Colocar el acoplador seleccionado (por ejemplo de 3,4 cm^3) sobre el micrófono trasmisor, con el anillo aislante negro orientado hacia abajo.

5. Conectar el micrófono 2 al preamplificador B&K 2673 provisto con el adaptador UA0786 para micrófonos de 1”.

6. Colocar el micrófono 2 en la parte superior del acoplador. Debe tenerse cuidado para asegurar que este conjunto no incremente la presión estática interna dentro del acoplador. Luego, conectar el preamplificador B&K 2673 a la entrada de preamplificador del B&K 4143.

7. Utilizar el conjunto de soporte elástico UA 0464 para asegurar el preamplificador de acuerdo con la Figura 4.1, página 29, del manual de instrucciones del B&K 4143.

B.- Sistema de Conexión

1. Antes de efectuar cualquier conexión, verificar que el selector de tensión de todos los equipos esté colocado en la posición de 220 V de alimentación de línea.

2. Utilizar un conector "T" BNC para conectar la salida fija de 7 V del generador sinusoidal Krohn-Hite 4402 a la entrada de oscilador del contador universal Goldstar FC2015U. Asegurarse que la llave "trasmitter/actuator" del B&K 4143 esté colocada en "transmitter".

3. Conectar los filtros B&K 1618 a los zócalos de entrada y salida de los canales A & B del B&K 4143, respectivamente. Verificar que el selector de filtro esté colocado en la posición "external filter".

4. Conectar el voltímetro Fluke 45 al zócalo "polarization voltage" del B&K 4143. Verificar que la llave de polarización esté colocada en posición "internal".

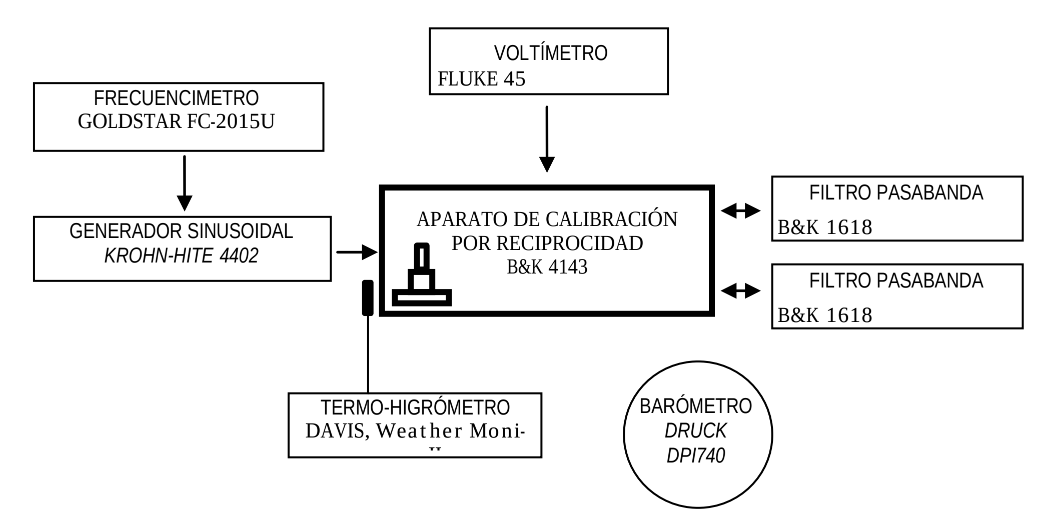


FIGURA 1: Sistema de medición para calibración de micrófonos por reciprocidad

5. Colocar los conectores cortocircuitados JP 0149 en el zócalo "comparator input A and B".

6. Prender el equipamiento y esperar 15 min o más a fin de que el sistema se estabilice.

7. Verificar que la aguja del medidor de nivel del B&K 4143 deflexione hasta "0 dB". En caso de ser necesario, ajustar la lectura utilizando el tornillo ubicado debajo del indicador.

C.- Medición del producto de sensibilidades

1. Verificar que el Fluke 45 indique una tensión de polarización de 200,00 V. De lo contrario, ajustarlo moviendo el potenciómetro identificado como "200 V adjustment" utilizando un destornillador.

2. Colocar los controles del B&K 4143 de la siguiente manera:

- Transmitter/actuator:"transmitter"
- Coupler volumen:"3 cm3"
- Gain:"0 dB"
- Function Selector:"Gain control"
- Filter selector:"External"
- Polarization voltage:"Internal"

3. Colocar la termocupla del termohigrómetro Weather Monitor II haciendo contacto entre el micrófono receptor y el acoplador. Anotar la temperatura, la presión ambiental y la tensión de polarización en la tabla de medición apéndice 4, según la frecuencia de medición. Verificar si las condiciones ambientales se encuentran dentro de los límites establecidos en el párrafo 6.4.

4. Ajustar el Krohn-Hite 4402 a la frecuencia deseada (por ejemplo 125 Hz), verificar mediante el frecuencímetro Goldstar que la indicación este comprendida dentro de ±1% del valor nominal y sintonizar los filtros B&K 1618 a esta frecuencia.

5. Colocar el control de "Function Selector" del B&K 4143 en la posición "Gain Control". Ajustar el potenciómetro "Gain Control" hasta que la aguja del indicador "level meter" deflexione sobre la marca negra en el centro de la escala. En esta etapa, al igual que en los pasos 9 y 13, es posible verificar que la relación señal a ruido sea mejor que 30 dB. Para esto, presionar y mantener el botón "S/N test". La aguja del indicador "Level Meter" debe deflexionar hacia la derecha por espacio de 2 s aproximadamente y luego hacia la izquierda. Si la deflexión final es a la izquierda del medidor esto indica una baja relación señal a ruido.

6. Colocar el control "Function Selector" en la posición "Reference & Balance".

7. Ajustar el potenciómetro "Reference" hasta que la aguja del "Level Meter" deflexione hasta el centro de la escala.

8. Ajustar el potenciómetro "Balance" hasta que la aguja del "Main Meter" indique "0 dB".

9. Colocar el "Function Selector" en "Insert Gain".

10. Ajustar el potenciómetro "Insert gain" hasta que la aguja del "Main Meter" indique "0 dB".

11. Debido a que el ajuste del paso 11 puede modificar la ganancia del canal A, colocar el control "Function selector" nuevamente en "Gain control" y verificar que la aguja del "Level meter" continúe deflexionando sobre la marca negra en el centro de la escala. De lo contrario, repita los pasos 6 a 11 En estas condiciones, el potenciómetro "Insert Gain" no necesitaría reajustarse.

12. Colocar el control "Function Selector" en "Sensitivity Product".

13. Ajustar los atenuadores rotativos "Sensitivity Product" hasta que la aguja del "Main Meter" deflexione sobre el área de trabajo, i.e. entre 0 y +0,1 dB. Si la aguja deflexionara a la izquierda, el ajuste del "Sensitivity Product" debería reducirse y vice versa.

14. El producto de sensibilidad es la suma de la lectura del "Main Meter" y del ajuste del "Sensitivity Product".

15. Anotar el valor medido en la tabla de medición (apéndices 4 o 5 según la frecuencia de medición) para el conjunto de micrófonos medidos. (Por ejemplo, para este caso es 125 Hz y el conjunto 961-980).

16. Cambiar el oscilador a la próxima frecuencia de medición, por ejemplo, 250 Hz y repetir los pasos 6 a 16. Repetir este procedimiento hasta completar todas las frecuencias de medición.

17. Retirar el preamplificador del zócalo "Preamplificador Input" y reemplazar el micrófono 2 por el 3. Conectar nuevamente el preamplificador, y esperar hasta que la lectura del Fluke 45 sea nuevamente de 200.00 V.

18. Repetir los pasos 5 a 16. Repetir este procedimiento hasta completar todas las frecuencias de medición.

19. Apagar el B&K 4143 y reemplazar el micrófono 1 por el 2. Conectar nuevamente el B&K 4143, y esperar hasta que la lectura del Fluke 45 sea de 200.00 V.

20. Repetir los pasos 5 a 16. Repetir este procedimiento hasta completar todas las frecuencias de medición.

D.- Determinación de los parámetros de los micrófonos

D.1.- Medición de la profundidad de la cavidad frontal del micrófono

Se recomienda que esta medición sea ejecutada bajo condiciones ambientales de referencia. Estas condiciones deberían constar en el informe de medición tal como se indica en el Apéndice N°2.

La profundidad de la cavidad frontal se determina por medios ópticos utilizando la maquina óptica de tres coordenadas marca SIP, modelo MU-214B de la U.T. Mecánica. Este equipo debe proporcionarse con el accesorio óptico.

Se mide entonces la profundidad frontal focalizando alternativamente varios puntos de la parte superior del borde (L_1) y del diafragma del micrófono (L_2), respectivamente. Cada lectura deberá incluirse en el informe de medición. Se tomarán al menos ocho lecturas distribuidas sobre el diafragma y sobre la parte superior del borde del micrófono.

La profundidad frontal es igual al valor promedio de $L_1 - L_2$.

La cavidad frontal se calcula a partir de la expresión:

$$Vf = (\pi/4)\ pf\ d^2$$

Donde "d" es le diámetro del volumen de la cavidad frontal. El valor nominal de "d" es 18,602 m^{-3}.

D.2.- Medición del volumen equivalente y frontal

Se recomienda que esta medición sea ejecutada bajo condiciones ambientales de referencia. Estas condiciones deberían constar en el informe de medición tal como se indica en el Apéndice N° 3.

El sistema de medición es el mismo que para calibración por reciprocidad, excepto por el acoplador, el cual será primero el de 1 cm3 DP 0099 con anillo de expansión de volumen YO 1804, (el anillo se colocará del lado del micrófono receptor), y luego el acoplador sin el anillo de expansión de volumen.

Se colocarán tapones de acero para obturar los orificios de ventilación.

Una vez conectado el sistema de medición, siga el procedimiento para la medición del producto de sensibilidades según se describe en el párrafo "C". La perilla del "coupler volume" se colocará en "3 cm3" y la de "gain" en "0 dB".

Las mediciones se realizarán para los tres pares de micrófonos y en cada caso las dos lecturas (dB1 con anillo de expansión y dB2 sin anillo de expansión) deberán ingresarse en el informe de medición, así como todas aquellas calculadas en D.2.1.-

D.2.1.- Obtención de las sumas de los volúmenes frontal y equivalentes

1.- Leer Vr y Vc de la carta de calibración del B&K 4143.

2.- Derivar F de 20 log F = dB1 - dB2.

3.- Para cada valor de F, calcular (Vr/F-1) – Vc.

4.- Leer los correspondientes factores de conducción térmica K y ΔV del manual de instrucciones del B&K 4143, página 49, Tabla 5.1, y aplicarlos a las cantidades derivadas del paso 3, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Vf1+Veq1+Vf2+Veq2 = K*[(Vr/F-1) - Vc] - \Delta V$$

Donde:

Vf_1 y Vf_2: volumen frontal de cada micrófono.

Veq_1 y Veq_2: volumen equivalente corregido de cada micrófono.

D.2.2.- Cálculo del volumen equivalente de cada micrófono

Del informe de medición se tiene:

$A = Vf_1+Veq_1+Vf_2+Veq_2$

$B = Vf_1+Veq_1+Vf_3+Veq_3$

$C = Vf_2+Veq_2 + Vf_3+Veq_3$

Los valores de Vf1, Vf2 y Vf3 se calculan en D.1, por lo tanto:

$Veq_1 = (A+B-C)/2 - Vf_1$

$Veq_2 = (A+C-B)/2 - Vf_2$

$Veq_3 = (B+C-A)/2 - Vf_3$

D.2.3.- Cálculo de la compliancia acústica de cada micrófono

A partir del volumen equivalente es posible calcular la compliancia acústica para cada micrófono mediante la siguiente expresión:

$C = Veq / (pa\ \kappa)$

Donde:

pa: es la presión ambiental durante la medición. Para las condiciones de referencia, pa-=1013,25 hPa.

κ: es la relación de calores específicos. Para las condiciones de referencia $\kappa = 1{,}40$

E.- Cálculo de la sensibilidad de los micrófonos.

La sensibilidad de cada micrófono se calcula de acuerdo con la siguiente expresión:

$Li = Mpi + Kvi + 10 \log \Delta H + 10 \log \Delta C + 10 \log \Delta p + 10 \log \Delta\gamma + \Delta pm + \Delta tm$

Donde:

Li: sensibilidad corregida del micrófono.

Mpi: sensibilidad no corregida del micrófono.

Kvi: corrección por volumen frontal y equivalente.

Kvi: corrección por volumen frontal y equivalente. Esta corrección se calcula automáticamente con el programa. A tal finalidad es necesario introducir en el programa (CALMICBF.BAS) o (CALMICAF.BAS) el valor de la compliancia acústica de cada micrófono (ver D.2.3) en el archivo 170. Además debe introducirse la profundidad frontal (ver D.1) en el archivo 200 (CALMICBF.BAS) o 210 (CALMICAF.BAS).

$10 \log \Delta H$: corrección por conducción térmica. Los valores se obtienen del programa HEAT3CM3.XLS. Para 125 Hz = 0,066 dB.

$10 \log \Delta C$: corrección por tubo capilar. Se pueden obtener los valores del manual de instrucciones del B&K 4143, página. 40, fig. 4,6 a), para 125 Hz y solamente un tubo abierto $\approx$ -0,017 dB.

$10 \log \Delta p$: dBref corrección debida a la variación atmosférica respecto del valor nominal. Este factor se calcula a partir de la siguiente expresión:

$10 \log \Delta p = 1013{,}25/ pa$,

donde pa : es la presión ambiental medida con el barómetro DPI-740.

Asumiendo que el valor medido sea igual a 1020 hPa, resulta: $10 \log \Delta p = 1013{,}25/1020 = -0{,}028$ dB.

$10 \log \Delta\gamma$: factor de corrección factor debido a la variación de la relación de calores específicos. Esta corrección se incluye en el manual de instrucciones del B&K 4143, página. 41, fig. 4.7. Para 24,5 ºC y 58 % RH, $10 \log \Delta\gamma \approx 0{,}004$ dB.

Δpm : Influencia de la presión ambiental en la sensibilidad del micrófono. El factor de corrección se proporciona en el PTB Bericht Ak26, página 44, Tabla 3.

Δtm : Influencia de la temperatura ambiente en la sensibilidad del micrófono. El factor de corrección se proporciona en el PTB Bericht Ak26, página 44, Tabla 3.

El cálculo de la sensibilidad del micrófono se efectúa por computadora utilizando el programa en la carpeta “PROGRAMA CALIBRACION DE MICROFONOS DESDE 125 Hz HASTA 1 kHz.xls” para el rango de frecuencias comprendido entre 125 Hz a 1000 Hz, o el programa en la carpeta “PROGRAMA CALIBRACION DE MICROFONOS DESDE 1 kHz HASTA 8 kHz” para el rango de frecuencias comprendido entre 1000 Hz to 8000 Hz”.

Finalmente se guarda el programa con el formato “ddmmaa”. Donde dd, mm y aa corresponden al día, mes y año de la medición respectivamente.

6.4. Identificación y almacenaje

Los micrófonos a calibrar se identifican de acuerdo con las instrucciones de los Procedimientos Generales de INTI - Física y Metrología y son guardados, desde su ingreso hasta la devolución al cliente, en el Laboratorio de Electroacústica, sala Nº 60, ver capítulo 10 del MC.

6.5. Instrumental a utilizar

- Oscilador sinusoidal, marca KROHN-HITE, modelo 4402, número de serie: 1212.
- Equipo de calibración por reciprocidad, marca BRUEL & KJAER, modelo 4143, Nº de serie: 906969.
- Micrófono a condensador, marca BRUEL & KJAER, modelo 4160, Nº de serie: 873961.
- Micrófono a condensador, marca BRUEL & KJAER, modelo 4160, Nº de serie: 873980.
- Micrófono a condensador, marca BRUEL & KJAER, modelo 4160, Nº de serie: 873981.
- Preamplificador de micrófonos, marca BRUEL & KJAER, modelo 2673, Nº de serie: 1854875.
- Frecuencímetro marca Goldstar, modelo FC-2015U, Nº de serie: 402511.
- Filtro pasa banda, marca BRUEL & KJAER, modelo 1618, Nº de serie: 904724.
- Filtro pasa banda, marca BRUEL & KJAER, modelo 1618, Nº de serie: 904725.
- Multímetro, marca FLUKE, modelo 45, Nº de serie: 5435172.
- Termohigrómetro digital, marca DAVIS, modelo Weather monitor II, Nº de serie: MC50717A06.
- Barómetro marca DRUCK, modelo DPI 740, Nº de serie: 74004027.

6.6. Condiciones ambientales

Temperatura ambiente: (23 ± 3) ºC.

Presión atmosférica: (1013 ± 10) hPa.

Humedad relativa: (50 ± 20) %.

6.7. Incertidumbre de medición (k=2)

Sensibilidad: 125 Hz- 2 kHz: ± 0.05 dB, ver apéndice 1

Sensibilidad: 4 kHz- 8 kHz: ± 0.1 dB, ver apéndice 1

7. Registros de la calidad

Se conservan registros manuscritos de las observaciones originales, copia de los certificados emitidos, como así también copia de la orden de trabajo, salida de elementos y demás documentación relacionada, de acuerdo con el Manual de la Calidad del INTI - Física y Metrología, capítulo 11.

8. Precauciones

No aplicable.

9. Apéndices y anexos

APÉNDICE	TÍTULO
1	Cálculo de incertidumbres.
2	Determinación del volumen frontal.
3	Determinación del volumen equivalente.
4	Planilla de registro de calibración.

PEA09 Apéndice 1: Junio 2014

1. Cálculo de Incertidumbres: rango 125 Hz a 2kHz.

Planilla de Cálculo de incertidumbres							
PEA09: calibración por reciprocidad de micrófonos LS1P			Rango de frecuencias: 125 Hz a 2 kHz				
Fuente de incertidumbre Tipo B, dB re 20 µPa	**Símbolo**	**c_i (1)**	**Intervalo (±)**	**Distribución (2)**	**Factor**	**ν_i (3)**	**u_i**
Volumen frontal y equivalente		1	0,03	R	1,7	10000	0,017
Relación de tensión		1	0,02	R	1,7	10000	0,012
Impedancia de referencia		1	0,005	R	1,7	10000	0,003
Relación de calores específicos		1	0,002	R	1,7	10000	0,001
Presión barométrica		1	0,002	R	1,7	10000	0,001
Corrección por conducción térmica		1	0,01	R	1,7	10000	0,006
Ecuación de línea de transmisión		1	0,02	R	1,7	10000	0,012
Tensión insertada		1	0,005	R	1,7	10000	0,003
Tensión de polarización		1	0,01	R	1,7	10000	0,006
Coeficiente de corrección por presión		1	0,008	R	1,7	10000	0,005
Coeficiente de corrección por temperatura		1	0,001	R	1,7	10000	0,001
Coeficiente de corrección por humedad		1	0,001	R	1,7	10000	0,001
					0,0		0,000
Estimación de la incertidumbre tipo B, k =1	u_c			N (1σ)		35456,5	0,026

Fuente de incertidumbre tipo A, dB re 20 µPa	
Incertidumbre tipo A , distribución normal (dB)	
Repetibilidad	0,005
Estimación de la incertidumbre tipo A, k =1	0,005

Incertidumbre global, dB re 20 µPa				
	Tipo A, N(95%)	k	2,0	0,010
	Tipo B, N(95%)	k	2,0	0,051
Incertidumbre global, k=2				**0,052**
Incertidumbre final, dB re 20 µPa				**± 0,05**

(1) Coeficientes de sensibilidad
(2) N: normal; R:rectangular
(3) Grados de libertad

2. Cálculo de Incertidumbres: rango 4 kHz a 8kHz.

Planilla de Cálculo de incertidumbres

PEA09: calibración por reciprocidad de micrófonos LS1P			Rango de frecuencias: 4 kHz a 8 kHz				
Fuente de incertidumbre Tipo B, dB re 20 μPa	**Símbolo**	**c_i (1)**	**Intervalo (±)**	**Distribución (2)**	**Factor**	**ν_i (3)**	**u_i**
Volumen frontal y equivalente		1	0,03	R	1,7	10000	0,017
Relación de tensión		1	0,02	R	1,7	10000	0,012
Impedancia de referencia		1	0,005	R	1,7	10000	0,003
Relación de calores específicos		1	0,002	R	1,7	10000	0,001
Presión barométrica		1	0,002	R	1,7	10000	0,001
Corrección por conducción térmica		1	0,01	R	1,7	10000	0,006
Ecuación de línea de transmisión		1	0,08	R	1,7	10000	0,046
Tensión insertada		1	0,005	R	1,7	10000	0,003
Tensión de polarización		1	0,01	R	1,7	10000	0,006
Coeficiente de corrección por presión		1	0,008	R	1,7	10000	0,005
Coeficiente de corrección por temperatura		1	0,001	R	1,7	10000	0,001
Coeficiente de corrección por humedad		1	0,001	R	1,7	10000	0,001
					0,0		0,000
Estimación de la incertidumbre tipo B, k =1	u_c			N (1σ)		15346,0	0,052

Fuente de incertidumbre tipo A, dB re 20 μPa	
Incertidumbre tipo A , distribución normal (dB)	
Repetibilidad	0,010
Estimación de la incertidumbre tipo A, k =1	0,010

Incertidumbre global, dB re 20 μPa			
Tipo A, N(95%)	k	2,0	0,020
Tipo B, N(95%)	k	2,0	0,101
Incertidumbre global, k=2			**0,103**
Incertidumbre final, dB re 20 μPa			**± 0,1**

(1) Coeficientes de sensibilidad
(2) N: normal; R:rectangular
(3) Grados de libertad

PEA09 Apéndice 2: Junio 2014

DETERMINACION DEL VOLUMEN FRONTAL

Laboratorio de Electroacústica	Página 1 de 1
Planilla de medición y resultados, OT Nº................................	Intervino: ………….................
Cliente: Unidad Técnica Acústica...	Verificó:………….....................

ELEMENTO ENTREGADO: 1 (un) micrófono patrón marca Bruel & Kjaer, modelo 4160, número de serie...................................

1.- Medición de la profundidad frontal

Dia de medición:................, Temperatura:..........ºC; Presión:............hPa; humedad:.........%

Medición Nº	Corona [10^{-3} m]	Diafragma [10^{-3} m]	Profundidad [10^{-3} m]
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

2.- Resultados

Profundidad frontal		
Valor medio [10^{-3} m]	Desvío estándar [10^{-3} m]	Desvío estándar Máximo [10^{-3} m]
	±	±0,01

PEA09 Apéndice 3: Junio 2014

Determinación del volumen equivalente:

Laboratorio de Electroacústica	Página 1 de 2
Planilla de medición y resultados, OT Nº................................	Intervino: ………….................
Cliente: Unidad Técnica Acústica...	Verificó:………….....................

Medición de volumen frontal y equivalente

Dia:			
Frecuencia:			[Hz]
Presión atmosférica:			[hPa]
Temperatura:			[ºC]
Humedad:			[%]
Volumen del acoplador [Vc]:			[cm^3]
Volumen del aro de expansión [Vr]:			[cm^3]

Micrófono	1	2	3
Tipo			
Nº de serie			

1.- Valores medidos

Conjunto de micrófonos	Micrófonos 1 - 2	Micrófonos 1 - 3	Micrófonos 2 - 3
con aro de expansión (L1)			
sin aro de expansión (L2)			

2.- Cálculo del volumen frontal + el equivalente

20*log (F)			
F			
(Vr/F-1)-Vc			
K*(Vr/F-1)-Vc			
delta V			
$Vf_i+Veq_i+Vf_j+Veq_j$			
vol. equiv. 961, 980 y 981			

Laboratorio de Electroacústica	Página 2 de 2
Planilla de medición y resultados, OT Nº................................	Intervino: ………….................
Cliente: Unidad Técnica Acústica..	Verificó: ………..........................

Medición de volumen frontal y equivalente

Dia:	
Frecuencia:	[Hz]
Presión atmosférica:	[hPa]
Temperatura:	[ºC]
Humedad:	[%]
Volumen del acoplador [Vc]:	[cm^3]
Volumen del aro de expansión [Vr]:	[cm^3]

Micrófono	1	2	3
Tipo			
Nº de serie			

3.- Cálculo del volumen equivalente

Conjunto de micrófonos	Micrófonos 1 - 2	Micrófonos 1 - 3	Micrófonos 2 - 3
Vfi+Veqi+Vfj+Veqj			

Micrófono	1	2	3
Volumen frontal			
Volumen equivalente			

vol. equiv. 961, 980 y 981 (2)

PEA09 Apéndice 4: Junio 2014

1. PLANILLA DE REGISTRO ENTRE 125 Hz y 1 kHz.

Laboratorio de Electroacústica	Página 1 de 2
Planilla de medición y resultados, OT Nº................................	Intervino: ………….................
Cliente: Unidad Técnica Acústica...	Verificó:………….....................

Calibración de micrófonos por acoplador cerrado

Acoplador: 3 cm^3

Día:	
Hora:	
Presión atmosférica [hPa]:	
Temperatura [ºC]:	
Humedad [%]:	
Tensión de polarización [V]:	

Frecuencia [Hz]	conjunto micrófonos 961-980 [dB]	conjunto micrófonos 961-981 [dB]	conjunto micrófonos 980-981 [dB]
125	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**
250	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**
500	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**
1000	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**

961, 980, 981 bf

2. PLANILLA DE REGISTRO ENTRE 1 kHz y 8 kHz.

Laboratorio de Electroacústica	Página 2 de 2
Planilla de medición y resultados, OT Nº................................	Intervino: ……………….................
Cliente: Unidad Técnica Acústica...	Verificó: …………….......................

Calibración de micrófonos por acoplador cerrado

Acoplador: 3 cm^3

Día:	
Hora:	
Presión atmosférica [hPa]:	
Temperatura [ºC]:	
Humedad [%]:	
Tensión de polarización [V]:	

Frecuencia [Hz]	conjunto micrófonos 961-980 [dB]	conjunto micrófonos 961-981 [dB]	conjunto micrófonos 980-981 [dB]
1000	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**
2000	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**
4000	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**
8000	961-980:	961-981:	980-981:
	961-980:	961-981:	980-981:
	980-961:	981-961:	981-980:
	980-961:	981-961:	981-980:
	VM:	**VM:**	**VM:**

961, 980, 981 af